# Maestranza de San Bernardo en Chile

## Historia y descripción de este establecimiento como el centro oficial de la industria mecánica en Chile

*Escrito especialmente para "Ingeniería Internacional"*

POR CARLOS VALENZUELA CRUCHAGA
Ingeniero civil

LOS talleres de reparación del material ferroviario del Estado chileno se hacían cada día más estrechos e inadecuados para responder a las necesidades siempre crecientes del servicio.

Poco tiempo después de aprobarse la Ley de Reorganización, en 1914, que concede a la Empresa de los Ferrocarriles del Estado cierta autonomía dentro del organismo fiscal, y se abrió un concurso mundial de planos y presupuestos a fin de construir una maestranza central y cuatro seccionales con capacidad suficiente para reparar en forma rápida y económica 600 locomotoras, 483 coches de pasajeros y 6.000 carros de carga, cifras que a la sazón formaban la dotación de equipo motor y rodante con que contaba la Empresa.

El concurso tuvo lugar en Mayo de 1914, alcanzando un éxito lisonjero tanto por el número y calidad de los competidores cuanto por la bondad de los trabajos que allí se presentaron. Se le adjudicó el primer premio a la casa norteamericana Niles-Bement-Pond Company, que presentó un hermoso anteproyecto acompañado de abundantes planos, especificaciones y presupuestos, genialmente concebidos por el eminente ingeniero Sr. George Henderson, en colaboración con los expertos de la General Electric Company, la Niles-Bement-Pond Company y la United States Steel Corporation, respectivamente en los ramos eléctricos, máquinas-herramientas y edificios.

El segundo premio *ex aequo* se le discernió al Comptoir de la Costa del Pacífico y a los señores Beaver-Proud Engineering Company.

Una resolución posterior de la Empresa decidía llevar adelante la ejecución del proyecto norteamericano. Mas como, en consecuencia de la guerra europea, experimentaba el acero una alza de precio extraordinaria, hubo de desecharse la primitiva idea de construir estos edificios en acero estructural y concreto y optar por la solución en concreto armado ofrecida a un precio equitativo por la Compañía Holandesa al tiempo de abrirse las propuestas, en Julio de 1915.

Prescindiendo de las dificultades de índole constructiva que presenta el concreto armado, especialmente en una tierra como la nuestra en que escasea el obrero especialista, el cambio era evidentemente favorable, como quiera que este material ofrece las mejores condiciones sísmicas que se pueden obtener en un país de terremotos como el nuestro. Todo ello sin hablar de la incombustibilidad, ni de los gastos de conservación que se anulan prácticamente en el concreto armado.

Se comenzó la obra por el grupo de edificios destinados a reparar las locomotoras, dejando para más tarde la sección de los carros y coches.

A este efecto se adquirió un predio de 120 hectáreas de terreno, por valor de $526.000 moneda corriente, en las inmediaciones de San Bernardo (16 kilómetros al sur de Santiago) para ubicar allí la maestranza misma (45 hectáreas) y la población obrera (75 hectáreas), que habrá de servirla. En seguida se contrató con la Compañía Holandesa para Obras en Concreto Armado la construcción de ocho pabellones por la suma de $1.777.600 oro de 18 d. y $2.929.700 moneda corriente del país.

La maquinaria se adquirió de la casa Niles-Bement-Pond Company, autora del proyecto, en la suma de 604.500 dólares, y el montaje de toda ella se hizo bajo la vigilancia de los ingenieros de la casa.

Finalmente, el 15 de Abril del año en curso se puso en explotación la maestranza.

Las líneas que siguen contienen una exposición general destinada a vulgarizar las normas seguidas en la

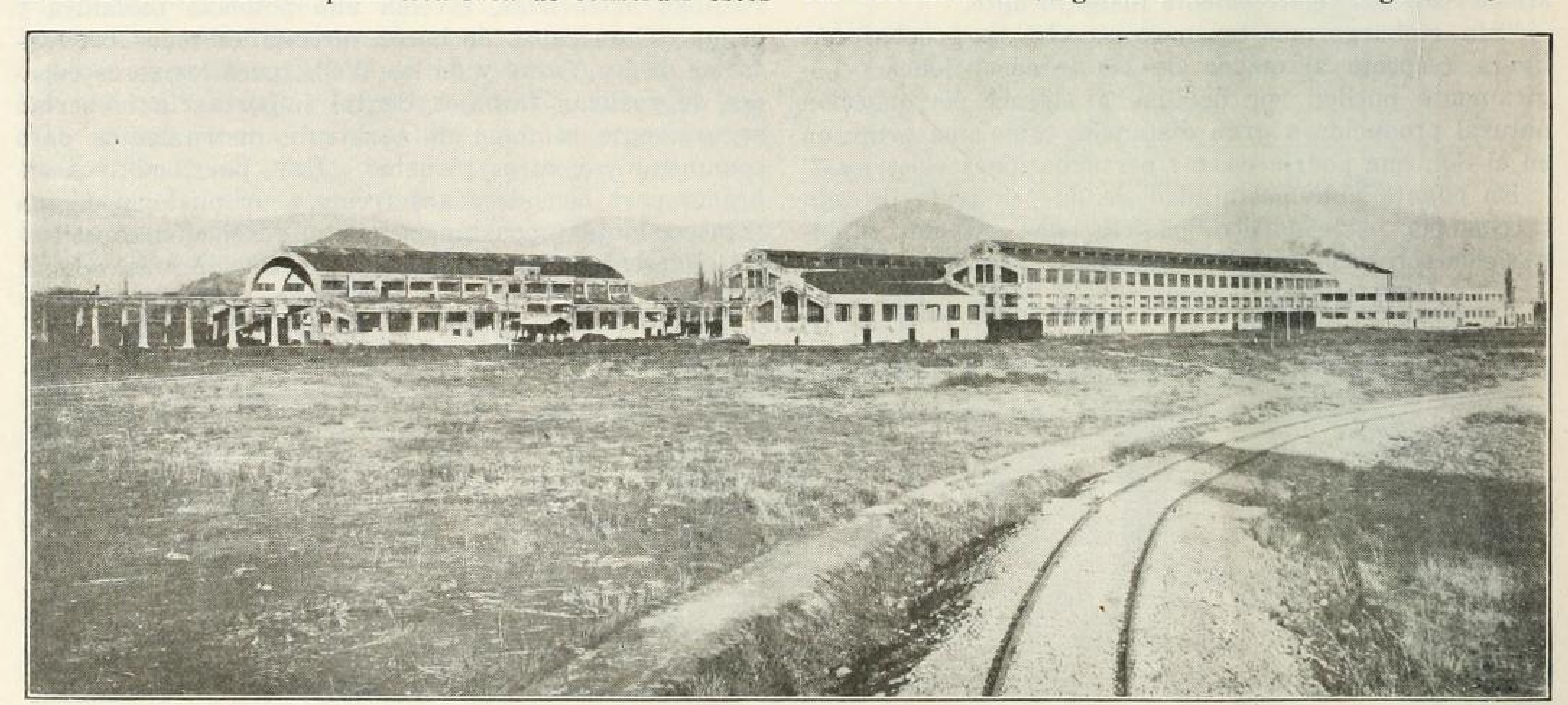


FIG. 1. VISTA GENERAL DE LA MAESTRANZA

construcción de estos grandes talleres de reparación ferroviaria.

CENTRALIZACIÓN Y UBICACIÓN DE LOS TALLERES

Hay una tendencia general entre las autoridades ferroviarias del mundo entero a centralizar los trabajos de reparación en grandes maestranzas, dejando las reparaciones menores a los talleres pequeños. Esta tendencia es por lo demás muy lógica si se tiene presente que en una maestranza central es posible reunir las reparaciones tanto de las locomotoras como las de los carros y coches y atenderlas con una misma fundición y herrería, con una distribución de energía que permita el empleo económico de la electricidad, vapor, aire comprimido, etcétera. A este propósito cabe recordar aquí el voto del congreso tenido por la American Railway Master Mechanics Association en 1905: "Las reparaciones ligeras o accidentales que sobrevengan en los puntos alejados de una red pueden atenderse con ventaja y economía por talleres de reparación reducidos. Las reparaciones generales deben efectuarse en maestranzas centrales, con talleres grandes y equipo completo."

Se resolvió ubicar esta maestranza principal en San Bernardo, punto que corresponde aproximadamente al centro del tráfico de la red del Estado chileno más bien que al centro geográfico, y en donde pudo conseguirse un extenso sitio paralelo a la línea central, accesible por ambas extremidades, a fin de facilitar el movimiento del material que entra a repararse y del que sale ya reparado.

La relativa vecindad de Santiago, que habría de proporcionar en los primeros tiempos la mano de obra necesaria, como la amplitud del terreno que se consiguió en mejores condiciones que los ofrecidos por otros propietarios, capaz de contener una vasta población obrera, señaló San Bernardo como la sede más apropiada para ubicar la maestranza central de los ferrocarriles.

DISTRIBUCIÓN DE LOS TALLERES

Cuando los recursos pecuniarios así lo permiten, es preferible con mucho optar por una planta o arsenal de reparaciones costoso en sus gastos de primera instalación, pero económico en su explotación, que ahorrar en un principio para gastar más tarde con un trabajo lento y dispendioso.

Hay, pues, que proyectar una agrupación de talleres tal que permita una rápida movilización de los materiales, disminuyendo recorridos inútiles y acelerando la terminación de las reparaciones a fin de que el material se reincorpore al servicio en el plazo más corto posible: todo ello con un trabajo económico. Este doble requisito, trabajo rápido y trabajo barato, se realiza en una maestranza moderna con buenos elementos de movilización, con maquinaria eficiente y dirección racional del trabajo. La distribución de energía eléctrica ha venido a dar, por otra parte, gran elasticidad a la ubicación relativa de los talleres, de tal manera que en último término su agrupación racional queda determinada por las facilidades para movilizar rápidamente los materiales de trabajo.

Se han agrupado, pues, los talleres a ambos lados de una amplia avenida que corre de oriente a poniente, recorrida en toda su longitud por un puente grúa de 10 toneladas de capacidad que facilita grandemente la descarga de las piezas pesadas. Esta avenida, que está pavimentada con adoquines, permite, además, el uso de pequeños automóviles de carga entre los talleres, para ayudar a impulsar la rápida movilización.

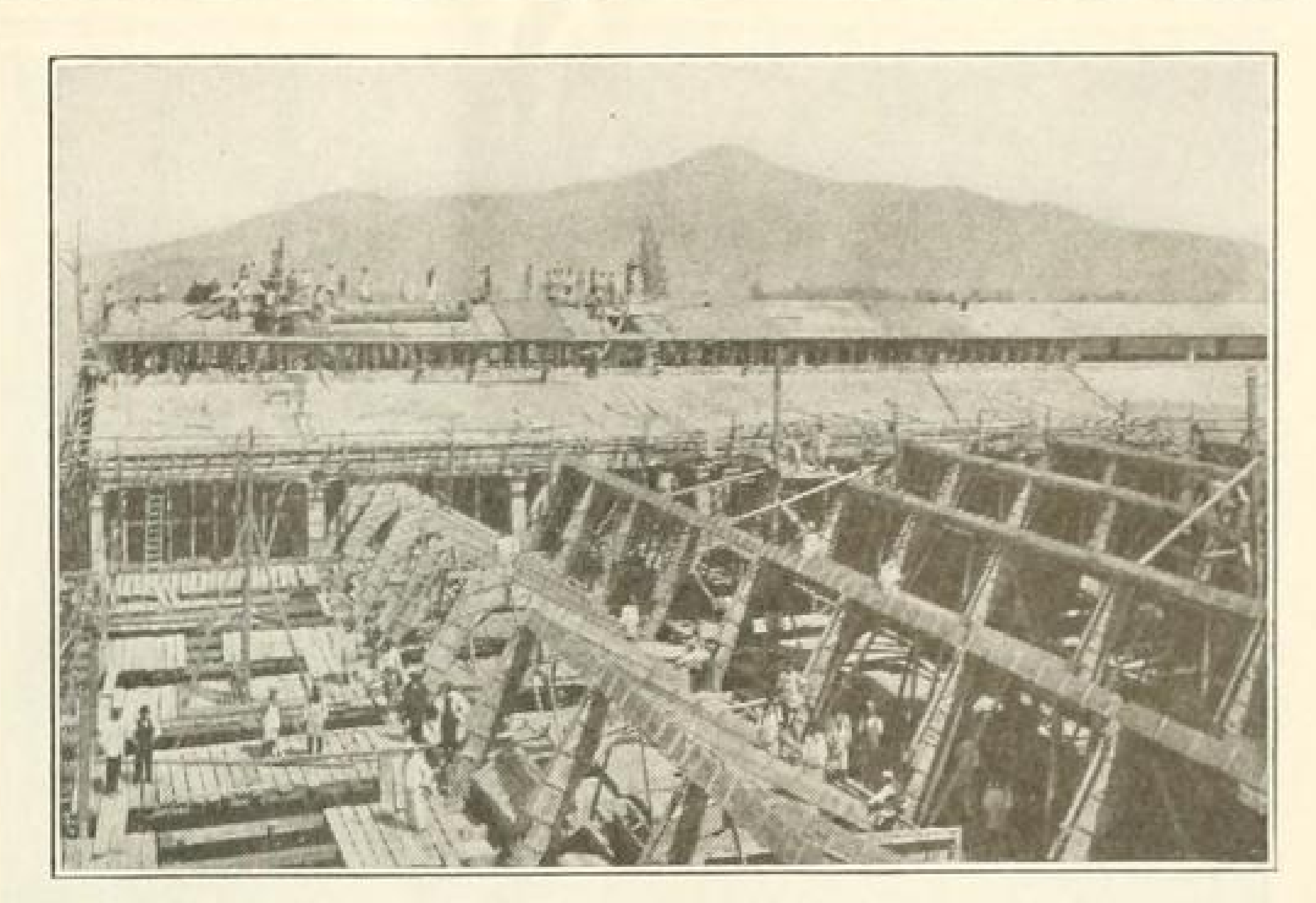


FIG. 2. CONSTRUCCIÓN DE LOS COBERTIZOS DEL TALLER DE LOCOMOTORAS

El taller de locomotoras, que es el más importante de todos los edificios, deslinda con esta calle por su parte sur y se halla en el centro de los talleres que se relacionan con él, a saber: fundición, herrería, almacén, estación de fuerza motriz y administración.

Los tres edificios llamados, por su naturaleza misma, a ocupar una posición central dentro del grupo de talleres son la central de fuerza, el almacén y la administración. Sea la energía mecánica que se transmita bajo forma de corriente eléctrica, de aire comprimido o de vapor desde la central, sean los materiales que se guarden en el almacén, sea la inspección que procede de la administración, es evidente que en todo caso conviene que estos talleres tengan una posición central en el conjunto. (La herrería y fundición, que sirven tanto al taller de locomotoras como al de carros, deben poder mandar con facilidad su material a ambas reparticiones.)

Cercana a la fundición se ha establecido la bodega y taller de modelos, que va a surtir a la fundición.

Las reparaciones ligeras de los carros y de los coches se efectúan al aire libre en tres patios adaptados a este objeto. Las reparaciones generales de los carros se efectúan bajo techo en el taller de carros. Uno de los patios destinados a la reparación de carros atiende la parte de madera de los carros, y en su vecindad se hallan ubicados sucesivamente la barraca de maderas, el desecador, el depósito de maderas secas y la carpintería. Recíprocamente, el otro patio atiende las reparaciones de las partes metálicas de los carros, incluso carretillas giratorias y ruedas. Para ello los talleres de carrocería y de herrería están próximos a los primeros. Una vez reparados se pintan en las mismas vías en que se encuentran.

Los coches de pasajeros que vienen a repararse se colocan en las vías de almacenaje, donde se ejecutan también las reparaciones menores. Pero si se trata de reparaciones generales, se conduce el carro al taller de coches y carros y se le desmontan sus guarniciones. En seguida se le lleva hasta el transbordador, el cual lo conduce sucesivamente al taller de reparaciones, y de allí al de pintura.

Para movilizar con facilidad los numerosos trenes de ruedas que se acumulan en el departamento de carros se ha provisto un foso con pendiente, excavado en el suelo, de tal manera que su extremo más hondo queda a un mismo nivel con la plataforma del carro que ha

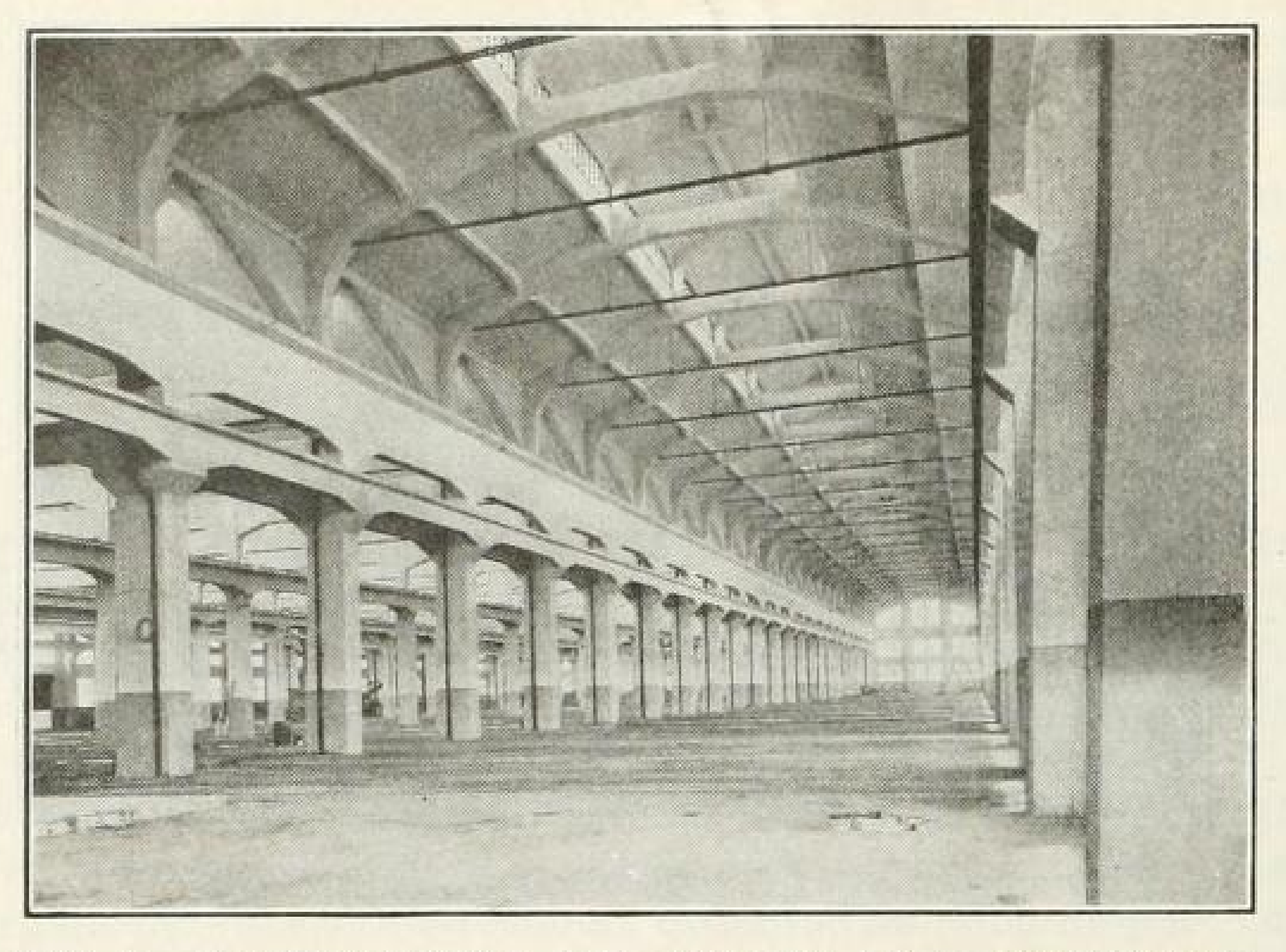


FIG. 3. NAVE LATERAL DEL TALLER DE LOCOMOTORAS

entrado al foso y la continuación de la vía. Las ruedas se conducen en seguida fácilmente por la vía y plataformas giratorias al taller mecánico en donde se le cambian llantas, tornean los cojinetes, etcétera.

### DETALLES DE CONSTRUCCIÓN

Excepción hecha del muro de circunvalación, que se construyó de ladrillos especiales de Chena, todas las construcciones provistas, incluso el estanque de agua potable, se ejecutaron en concreto armado con mezcla de 349 kilogramos de cemento, 440 litros de arena y 880 de ripio.

Debajo de los pavimentos de madera, en los fosos del taller de locomotoras y en algunas fundaciones se usó una base con mezcla de 187 kilogramos de cemento, 480 litros de arena y 960 de piedra. Finalmente, en los talleres que no llevan pavimento de madera, como ser en el almacén y en la bodega y taller de modelos, se usó una mezcla de 246 kilogramos de cemento, 470 litros de arena y 940 de piedra.

Gracias a que el subsuelo del terreno en que se edificó la maestranza tiene una fuerte proporción de arena y ripio, pudo establecerse con todo éxito un sistema de lavado y clasificación mecánica de ambos materiales, lográndose por este medio obtener arenas y ripios uniformes en sus tamaños respectivos y de excelente calidad. Se toleró hasta un 6 por ciento de arcilla. El cemento empleado fué de la fábrica Melón de Calera, provincia de Valparaíso, y dió siempre excelente resultados en las constantes pruebas de verificación a que se sometían periódicamente las mezclas en el taller de resistencia de materiales de la Universidad de Chile.

Todas las mezclas destinadas al concreto armado se trabajaron mecánicamente en dos mezcladoras Gockelt y una Smith. De las mezcladoras se conducía el concreto, bastante flúido, hacia los moldes por medio de carros de tolva y se elevaba la mezcla con montacargas eléctricos. En el moldeo se utilizó casi exclusivamente madera de álamo, destinándose el roble sólo para los grandes andamiajes.

Aparte de las dificultades propias a la construcción de edificios con formas tan excepcionales como los arcos de la herrería, las losas inclinadas a 30 grados en los cobertizos del taller de locomotoras, la techumbre en los arcos de la fundición, los tabiques de 0,15 de metro de espesor perfectamente aplomados en alturas de 20 y más metros, etcétera, había que luchar todavía con la carencia casi completa de operarios competentes en las faenas de concreto armado. La Compañía Holandesa tuvo, pues, que acometer la ímproba tarea de formar en un plazo muy reducido, desde el carpintero apto para hacer un molde hasta el doblador de hierros y el armador del esqueleto metálico. Nuestro obrero supo corresponder con su rápida asimilación acostumbrada a la enseñanza que se le impartía y, superando todas las expectativas, llegó un momento en que el alumno igualó y aun sobrepasó al maestro.

Los esqueletos metálicos se armaban en el molde mismo, ya apuntalado, donde eran examinados prolijamente por la inspección fiscal, antes de procederse al vaciado del concreto. Hacían excepción las grandes jaulas de las pilastras que se armaban en el suelo y se suspendían por medio de roldanas sobre las fundaciones.

El descimbramiento de los moldes duraba de una a tres semanas, según la época y el elemento en trabajo.

### TIPO DE EDIFICIOS

Como se sabe, los edificios destinados a una maestranza ferroviaria se caracterizan por un tipo de construcción *sui generis*, en que las líneas y adornos arquitectónicos usuales ceden la prioridad a las formas que resultan de conseguir durante la explotación un trabajo rápido, higiénico y eficiente en los talleres, con los elementos que actualmente posee la avanzada técnica del ramo.

Hay amplios y ventilados salones, bien alumbrados, de forma alargada y con pocas divisiones interiores; su altura, excesiva a primera vista para edificios de un piso, se justifica por el uso cada vez más frecuente de los puentes grúas elevados que aseguran la movilización rápida y expedita.

La techumbre de todos ellos se hizo de losas de concreto armado de 8 a 11 centímetros de espesor y con inclinaciones diferentes según el caso. Estas losas van recubiertas del compuesto impermeable llamado "malthoid." En la composición del malthoid va primero una capa de asfalto puro refinado, llamado "floatina," que se aplicaba en estado líquido y a la temperatura de 150 grados C. sobre la losa. En seguida venía una capa impermeable de fieltro saturado con asfalto puro refinado. Sobre el fieltro se colocaba una nueva capa de "floatina," y sobre ella una capa de malthoid blanco, constituído con asbesto y fieltro de fibras de lana. Finalmente se le da una mano de pintura de cola y dos de pintura roja llamada "pabcoat."

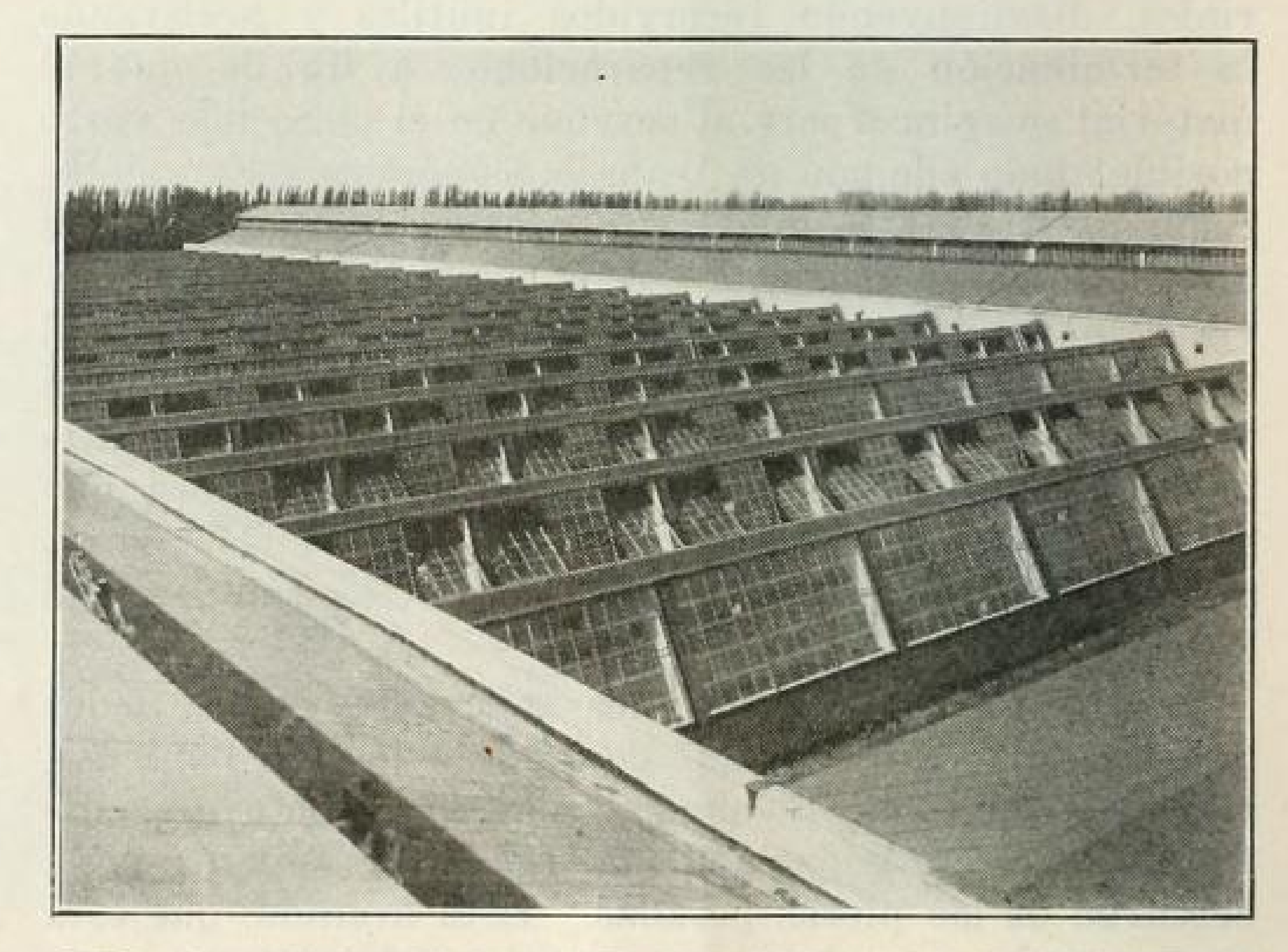


FIG. 4. TRAGALUCES DEL TALLER DE LOCOMOTORAS

Además, todos los talleres participaron de los elementos comunes siguientes: muros de concreto armado de 0,15 de metro de espesor; ventanas, con marcos de acero y vidrios sencillos, la mitad de la superficie total fija y la otra movible desde el suelo; puertas metálicas de cortina; superficies exteriores de los talleres estucadas con mezcla de 470 kilogramos de cemento por metro cúbico de arena; superficies interiores blanqueadas con cal después de un ligero alisamiento; tubos de bajada de fundición.

TIPO DE TALLER DE LOCOMOTORAS

El tipo de un taller de locomotoras se caracteriza por la dirección relativa del foso en que se efectúan las reparaciones y del eje longitudinal del taller. Así se distinguen los tipos transversales y longitudinales, ya sea que el foso esté perpendicular o paralelo respectivamente al eje. Hay todavía un tercer tipo, cuyo uso no se ha difundido, en que el foso está inclinado respecto al eje ("herring-bone"). Véase, por ejemplo, la maestranza de Silvis; del Chicago, Rock Island and Pacific Railway.

En el taller tipo longitudinal la locomotora es alzada por medio de dos puentes grúas que trabajan de consuno, en tanto que en la transversal se ocupa un solo puente capaz de alzar la locomotora más pesada, aun con agua dentro de la caldera.

Ambos tipos de construcción llevan un segundo puente grúa situado en un plano inferior, para movilizar las piezas pequeñas.

La preferencia de un tipo de taller respecto del otro ha motivado interminables discusiones, sin que hasta ahora se haya cerrado el debate dándose la prioridad absoluta a alguna de los dos tipos. Aun dentro de una misma red ferroviaria, como ocurre en la Pennsylvania Railway Company con sus maestranzas de Olean y Trenton, ambos tipos gozan de favor. No obstante, la tendencia observada en las últimas maestranzas construídas en Europa es la de preferir el tipo transversal. A este respecto una opinión tan autorizada como la de la casa Flohr, de Berlín, constructora de puentes grúas, recomienda como más económica la solución de la grúa única principal ayudada por otra secundaria que corre en un plano inferior; es decir, se pronuncia francamente por el tipo de taller transversal.

Sin entrar a hacer caudal de los méritos y deméritos atribuídos a cada sistema, que los hacen por lo demás muy comparables entre sí, en el caso de San Bernardo se creyó ver en el foso transversal una disposición más adecuada para la vigilancia del personal.

## Descripción de los talleres

### TALLER DE LOCOMOTORAS

*Edificio.*—El taller de locomotoras comprende las cuatro secciones: montaje, máquinas-herramientas, calderas y ténderes, incluídas todas ellas en un mismo edificio con cinco naves longitudinales y una transversal. Sus dimensiones son 187,90 por 87,179 metros, o sea una cabida de 16.380 metros cuadrados, *aventajando con estas cifras hasta hace muy poco tiempo el alcance mundial de superficie cubierta para edificios de un piso en concreto armado.*[1]

[1]Según el *Engineering News-Record* del 25 de Octubre de 1917, pág. 772, el edificio más grande construído hasta esa fecha es la fábrica "Anheuser-Busch Brewing Ass." de bebidas no alcohólicas, construído en Saint Louis, Missouri, Estados Unidos, y tiene 174,345 por 76.80 metros, o sean 13.389,69 metros cuadrados.

Las naves laterales tienen 21,33 metros de altura hasta la caperuza del linternón, y su ancho es de 20,74 metros. La techumbre tiene forma de V invertida con vertientes de 5:12.

Las tres naves centrales llevan cerchas del tipo cobertizo o de "dientes de sierra," y sus dimensiones son 15,13, 15,42 y 15,13 metros de ancho, respectivamente. Las losas de la techumbre de estos cobertizos tienen una inclinación de 30 grados y la luz de cada cercha de cobertizo es de 7,614 metros. Finalmente, la crujía transversal del fondo tiene techo en forma de V invertida, pero sin linternón, y sus dimensiones son 20,70 por 45,69 metros.

Las naves laterales se destinan al montaje de las locomotoras que vienen a repararse, para cuyo objeto van provistas en todo su largo de dos vigas portagrúas de 120 y 10 toneladas, situadas en dos planos colocados a las alturas de 11,46 y 8,16 metros respectivamente.

Las tres naves centrales encierran los departamentos de máquinas-herramientas, y por fin la nave transversal se destina a la reparación de calderas y ténderes. Todas estas naves van provistas de vigas portagrúas. La nave central lleva puentes grúas de 5 y las dos laterales de 15 toneladas. La calderería lleva una de 15 toneladas.

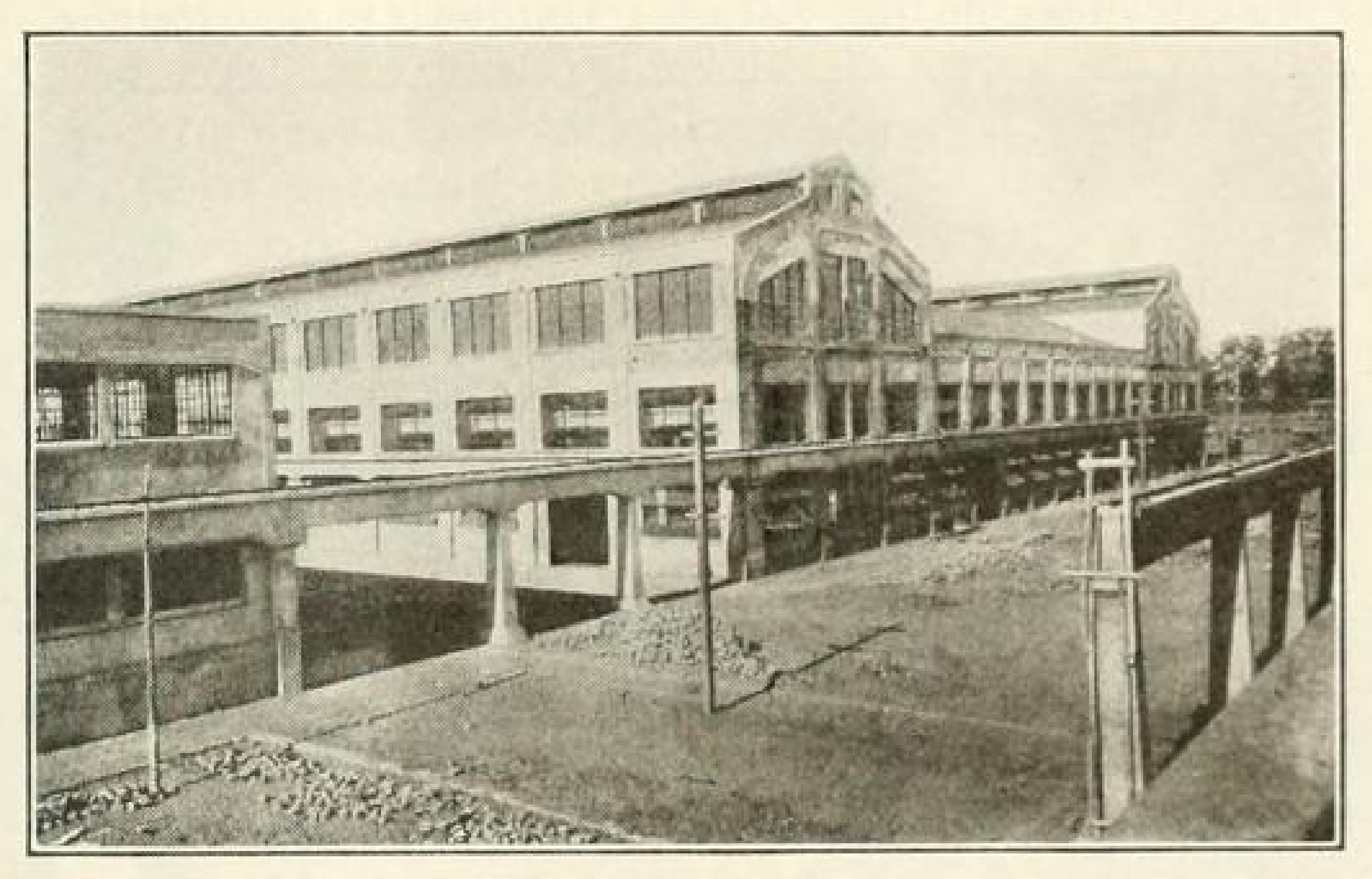


FIG. 5. VÍAS DE COMUNICACIÓN ENTRE LOS TALLERES

El edificio está, además, cortado transversalmente en cuatro secciones por tres juntas de dilatación, para contrarrestar los efectos de la temperatura.

Las juntas transversales de dilatación son a modo de cortes gigantescos que parten el edificio desde el linternón hasta las fundaciones exclusivas, cada 45 metros dividiendo en dos porciones completamente simétricas las columnas, cerchas y vigas. Para realizar estas juntas se introdujeron en los moldes al tiempo de vaciar el concreto dos, y en tiempo frío tres, cartones impregnados de asfalto.

Dado el ancho considerable del taller, era de presumir que el alumbrado natural de las naves centrales habría de resentirse si no se arbitraban medios de recibir la luz por el techo. De ahí el por qué de las cerchas de cobertizos con grandes ventanas orientadas al sur, de manera que los rayos directos del sol no caigan sobre los operarios durante el trabajo. Tanto la mitad de estas ventanas cuanto la de las laterales y frontales son susceptibles de abrirse y cerrarse a voluntad por medio de sencillos mecanismos, con lo cual y en combinación con las ventanas dispuestas en forma de celosías de los linternones, se asegura tanto el alumbrado como una constante renovación del aire ambiente. Todas estas ventanas se hicieron con bastidores metálicos unidos por medio de soldadura autógena.

El alumbrado artificial se asegura por medio de ampolletas eléctricas de 400 vatios convenientemente distribuídas.

*Capacidad.*—La cuestión de dimensionar un taller de reparaciones, teniendo en vista una capacidad dada de producción, es un problema bastante complejo, atendiendo a los varios factores que intervienen en el trabajo, desde la mano de obra más o menos experta hasta el número y calidad de las máquinas-herramientas de que se disponga.

Dejemos establecido desde luego que una práctica frecuente en la construcción de estos talleres de locomotoras en Estados Unidos es la de incluir en un mismo edificio los departamentos de armaduría, máquinas, calderería y ténderes, de tal manera que éste último sea a modo de una prolongación de los dos primeros, sin que sus límites queden rígidamente fijos desde un principio.

En estas condiciones se aprovechan mejor los puentes grúas de los otros talleres y se le da mayor flexibilidad al taller de calderas para adaptarse a las posibles sobrecargas de trabajo que en muchas ocasiones pueden presentarse.

Ahora bien, es una práctica ferroviaria conocida en las maestranzas de los Estados Unidos (y seguiremos tomando el modelo americano como término de comparación por ser con mucho más adelantado que su congénere europeo) la de que en una maestranza provista con 6 a 8 máquinas-herramientas por foso es capaz de reparar dos locomotoras por mes y por foso, bien entendido que con obreros competentes y bien dirigidos.

En el caso de San Bernardo no podía esperarse, por razones obvias, alcanzar esta norma de producción, en los primeros años de trabajos a lo menos, y se tomó un plazo más largo, a saber, un mes por locomotora y por foso en gran reparación y cuatro días en reparación ligera. En estas condiciones, con 38 fosos se estimó que podrían repararse 42 locomotoras mensualmente, correspondiendo 32 de ellas a las reparaciones mayores y 10 a las menores, o sea en total 500 locomotoras por año. Ahora bien, como ya en 1925 habrá en servicio 1.000 locomotoras, más o menos, que deben pasar por la maestranza en reparación completa, después de haber recorrido unos 60.000 kilómetros, se comprenderá que la capacidad ha sido prudentemente calculada.

El número de fosos, distribuídos a razón de 20 en una nave y de 18 en la otra, determina en conjunto el área total de la armaduría, que es 6.183 metros cuadrados computando a razón de 163 metros cuadrados, más o menos, por foso, de acuerdo a las normas americanas.

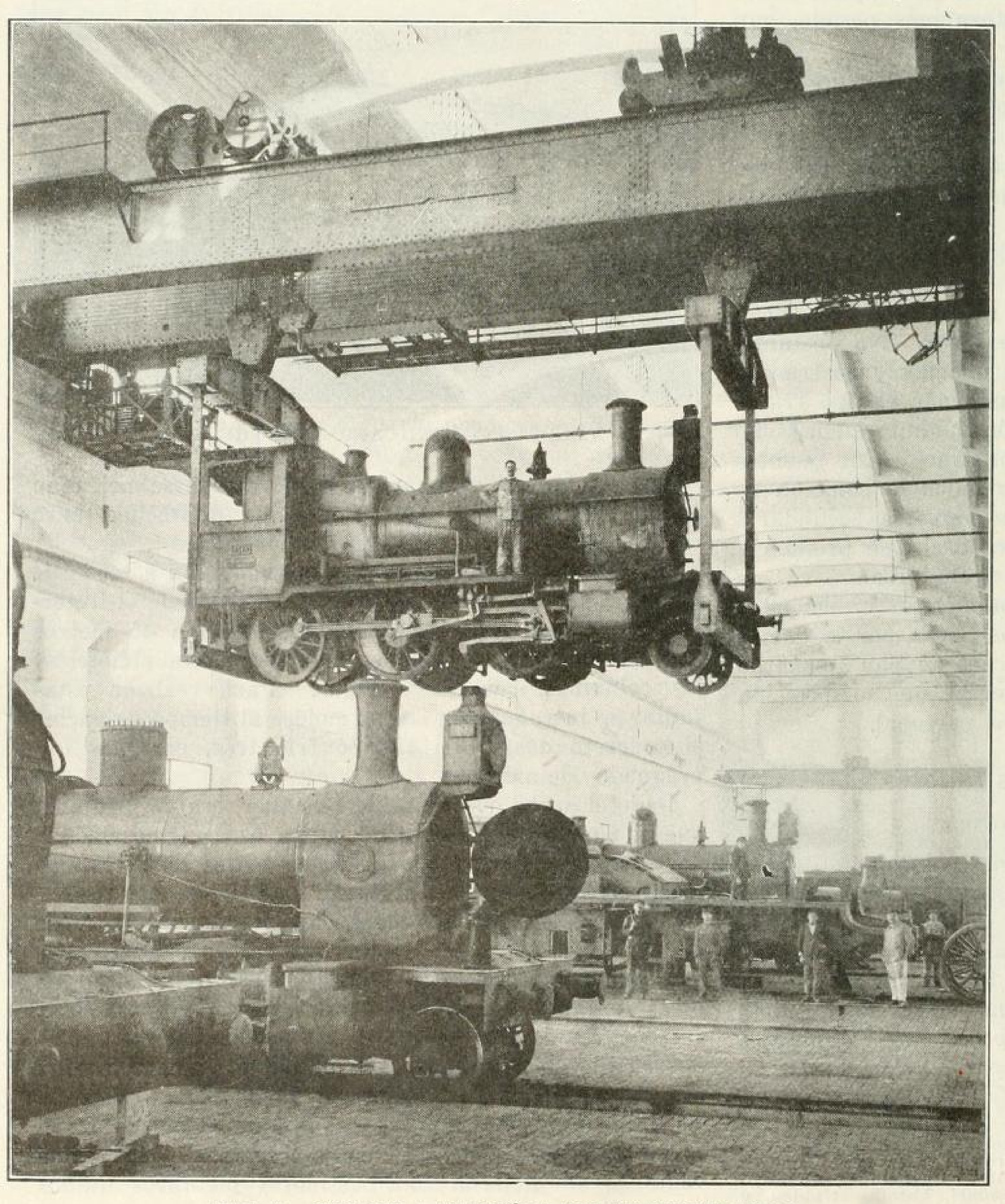


FIG. 6. USO DE LAS GRÚAS DE 120 TONELADAS

La luz de las naves queda fijada por el largo máximo de las locomotoras, previendo un pasillo más o menos amplio delante y detrás del foso para la comidad del trabajo.

Esta luz varía entre 18 y 20 metros en las maestranzas americanas y en el caso de San Bernardo se adaptó la cifra 18,63 metros como largo de cada uno de los puentes grúas de 120 toneladas.

Al hacer el estudio crítico de esta maestranza, el lector no debe perder de vista el plan de obras futuras que se ha trazado la actual Dirección de los Ferrocarriles Chilenos, plan que habrá de iniciarse a breve plazo a fin de completar y modernizar nuestros ferrocarriles.

Desde luego la electrificación de la primera sección, ya acordada, es una de las reformas más trascendentales que puedan acometerse en nuestros transportes, y forzosamente aún le quedará importancia al taller de calderas y ténderes de la maestranza. Luego después, la maestranza principal seccional, que el proyecto Niles ubica en Concepción, tiene también sus talleres de montaje, de máquinas, de calderería, etcétera, que ayudarán a descargar a la maestranza central.

El área destinada al salón de máquinas alcanza en la maestranza al valor de 7.126 metros cuadrados, quedando este número con el que representa el área del montaje en una razón de 1,15, o sea el promedio exacto entre 0,65 y 1,66 que representan los valores extremos entre los que oscila esta razón en las maestranzas americanas, según puede verse a continuación (*Railway Shop up to Date*, pág. 42):

| | |
|---|---|
| *Antiguas*— | |
| Oelwein (Chicago Great Western) | 0,65 |
| West Burlington (Chicago, Burlington and Quincy) | 1,00 |
| Bloomington (Chicago and Alton) | 1,00 |
| Omaha (Union Pacific) | 1,48 |
| *Modernas*— | |
| Silvis (Chicago, Rock Island and Pacific) | 0,87 |
| Danville (Chicago and Eastern Illinois) | 1,00 |
| Indianapolis (Big Horn) | 1,02 |
| San Bernardo | 1,15 |
| Collinwood (Lake Shore and Michigan Southern) | 1,42 |
| McKee's Rocks (Pittsburg and Lake Erie) | 1,43 |
| Topeka (Atchison, Topeka and Santa Fe) | 1,50 |

Estos 7.126 metros cuadrados se distribuyen en tres naves paralelas, de las cuales las laterales más vecinas a las crujías del montaje van provistas de maquinarias adecuadas al trabajo pesado servidas cada una por grúas de 15 toneladas, y la central lleva maquinaria propia al trabajo liviano servida con dos puentes grúas de 5 toneladas.

La calderería ocupa la nave transversal sur del taller, tiene una área de 3.071 metros cuadrados y es servida por un puente grúa de 15 toneladas y los dos puentes de 120 toneladas de cada nave del montaje.

La razón entre las áreas de los talleres de montaje y máquinas respecto del de calderas y ténderes varía con la calidad de las aguadas y otros factores. He aquí algunos números para talleres del tipo transversal: .

| | |
|---|---|
| Sayre | 4,96 |
| San Bernardo | 4,33 |
| Oelwein | 4,31 |
| Grand Rapids | 3,93 |
| South Louisville | 2,57 |

*Las máquinas-herramientas y su disposición relativa.*—La introducción de los aceros rápidos en el campo industrial ha determinado uno de los triunfos más brillantes y trascendentales de la técnica humana en el siglo actual: permiten trabajar a 600 y 700 grados de temperatura manteniendo toda la eficiencia de la herramienta, en tanto que con el acero ordinario hay que detenerse corrientemente a los 250 grados.

Gracias a esta preciosa cualidad ha sido posible aumentar considerablemente la duración, la velocidad y con ella la potencia de las máquinas-herramientas. Véanse en el siguiente cuadro del Profesor Hülle, de Dortmund, las diferencias de velocidades en ambos aceros (A. O. = acero ordinario; A. R. = acero rápido).

| Material en trabajo | Velocidad práctica en metros por minuto para el trabajo | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Perforar | | Tornear | | Fresar | |
| | A. O. | A. R. | A. O. | A. R. | A. O. | A. R. |
| Fundición | 5 a 9 | 12 a 18 | 6 a 10 | 14 a 20 | 12 a 16 | 25 a 38 |
| Acero común | 6 a 8 | 14 a 20 | 7 a 9 | 16 a 24 | 13 a 18 | 30 a 40 |
| Hierro batido | 7 a 9 | 18 a 25 | 10 a 13 | 22 a 32 | 20 a 25 | 45 a 60 |
| Latón | 20 a 28 | 32 a 40 | 32 a 40 | 45 a 52 | 50 a 60 | 70 a 80 |

Los progresos en cuanto a la potencia de las máquinas-herramientas son también notables. Hasta hace pocos años rara vez una máquina-herramienta alcanzaba a desarrollar 5 caballos de potencia, al paso que hoy día el alcance de 20 y más es corriente. Los grandes tornos Niles de la maestranza de San Bernardo tienen dos motores con una potencia total de 60 caballos.

El problema del aumento de la potencia se ha resuelto substituyendo la correa por el motor eléctrico acoplado a la máquina por medio de engranajes. En muchos casos, por ejemplo en las acepilladoras, el motor eléctrico es reversible y puede desarrollar 12 velocidades diferentes para el movimiento de corte y de vuelta. De esta manera el operario puede regular a voluntad la velocidad de corte de acuerdo con la dureza del material que está trabajando.



FIG. 7. DEPARTAMENTO DE PERNOS Y TUERCAS

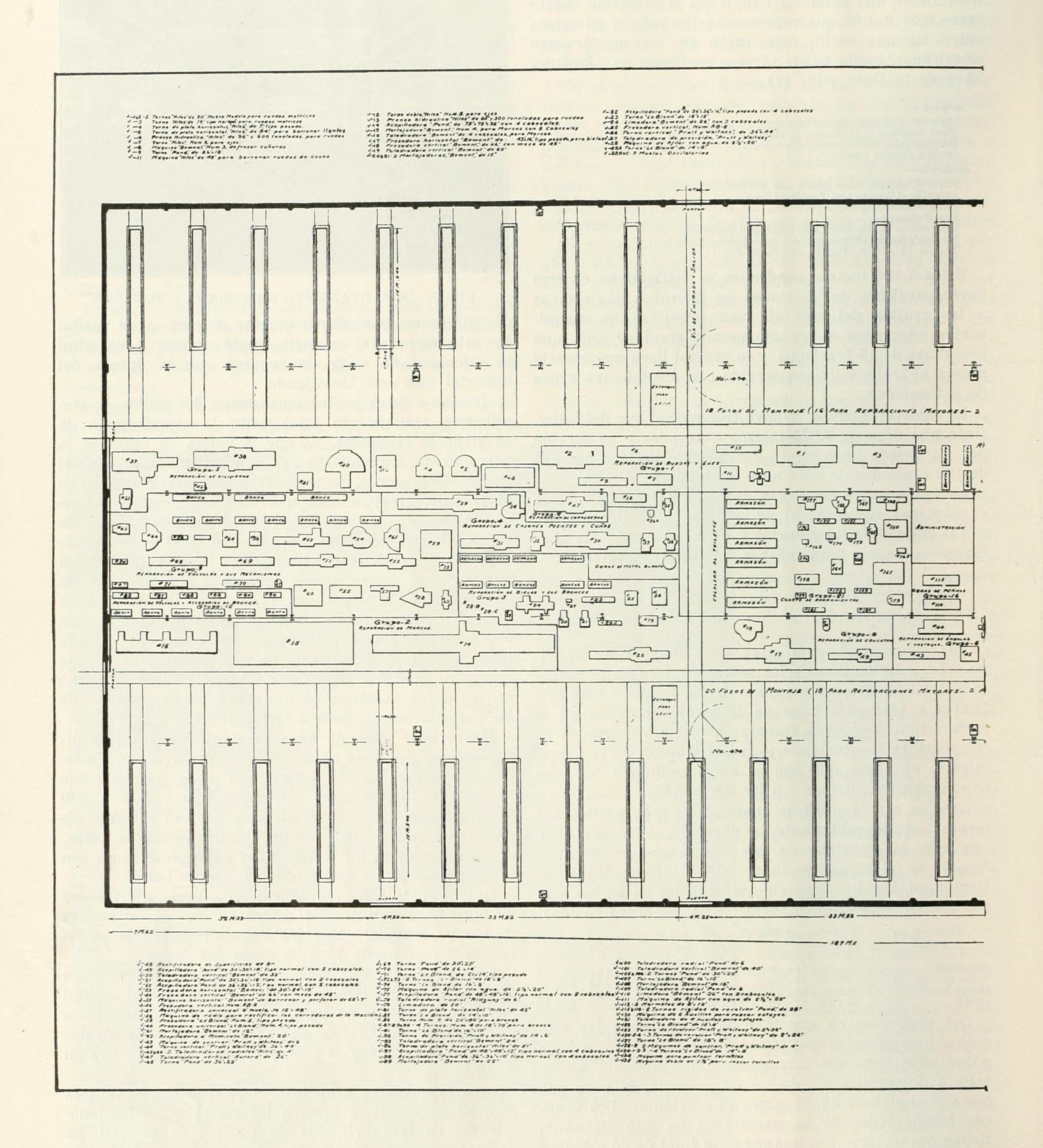
Gracias a estos perfeccionamientos ha podido la acepilladora resistir con buen éxito la concurrencia de su rival, la fresadora, ya que la vuelta en vacío de la herramienta, característica en la acepilladora, aparte del tiempo que pierde, provoca trepidaciones molestas en el trabajo, trepidaciones que se contrarrestan, dando a esta máquina dimensiones y pesos considerables. En cambio la fresadora es más liviana y el instrumento cortante es formado por numerosas láminas de cuchilla que trabajan sucesivamente durante la fracción pequeña de tiempo que requiere una revolución. De ahí su gran velocidad. No obstante, como su mantenimiento es más caro que el de la acepilladora y su campo de trabajo más limitado, especialmente en una maestranza en que vienen a repararse tipos de piezas muy diversos, como ocurre entre nosotros, es preferible en la mayoría de los casos la acepilladora a la fresadora.

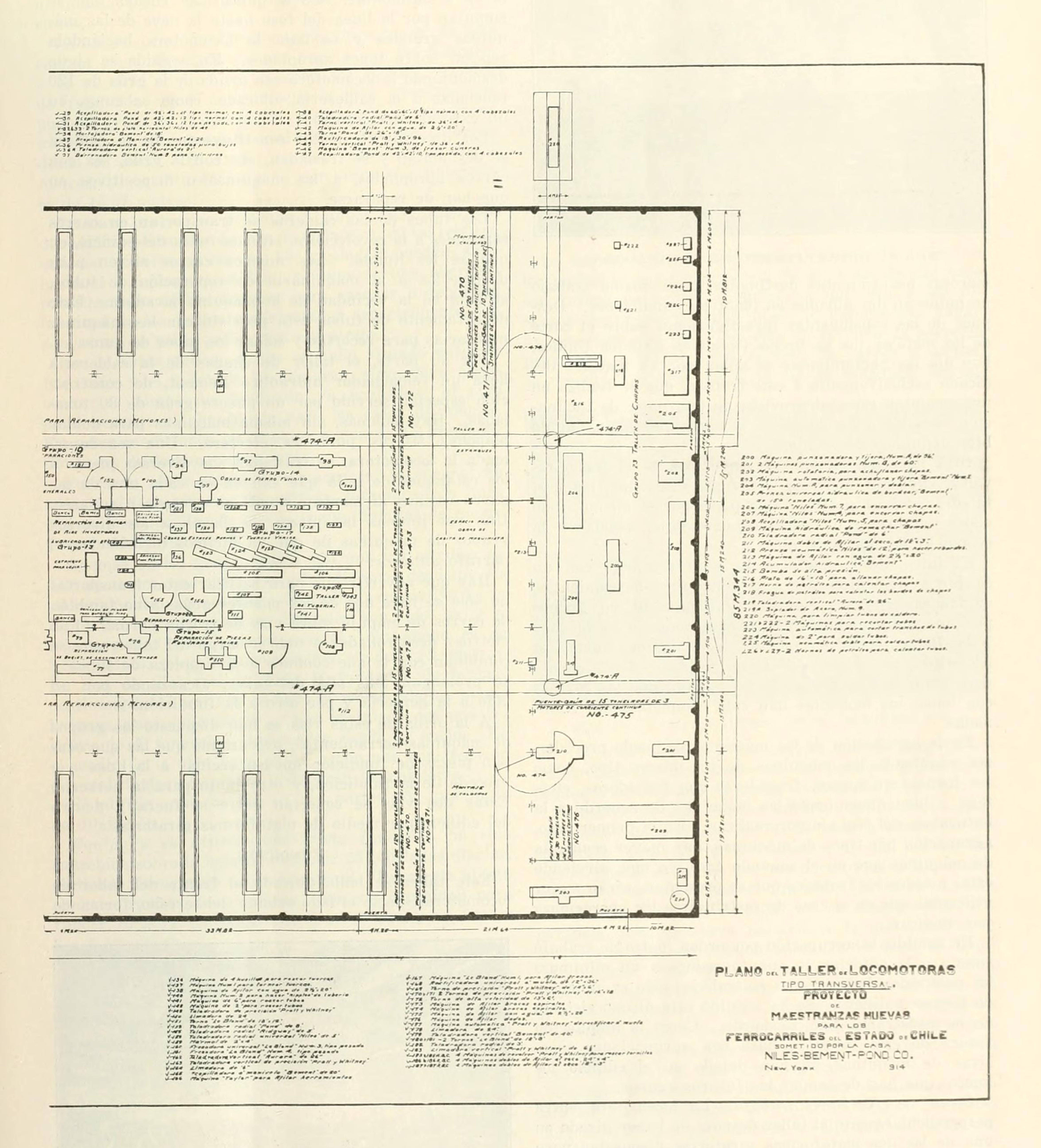
Hasta hace unos 30 años se consideraba extraordinariamente poderoso un torno capaz de arrancar 9 kilogramos de virutas por hora a una pieza, en tanto que hoy día un buen torno alcanza a 200 y aun a 400 kilogramos por hora. Hasta hace poco el retorneo de un par de ruedas motrices duraba unas cuantas horas, al paso que ahora los tornos Niles de la maestranza son capaces de efectuar este trabajo en media hora.

Quince años atrás se consideraba como un trabajo de muy regular eficiencia retornear un par de ruedas de carros por día. Hoy los tornos Pond de la maestranza tornearán de 15 a 20 pares por día.

Los tornos para llantas que hasta hace pocos años usaban platos verticales con la consiguiente dificultad en el centraje de las llantas, en que se ponía una a dos horas de tiempo, llevan ahora plato horizontal, dos herramientas en vez de una, y el centraje se realiza en 5 minutos.

Otra máquina de gran interés para la maestranza es la amoladora, que, gracias a los recientes perfeccionamientos en la fabricación de piedras de esmeril, ha venido a desalojar inmensas máquinas-herramientas de corte. Entre las amoladoras merece recordarse aquí la afiladora universal de Taylor, que ha venido a innovar en la inveterada costumbre de que cada operario afile la herramienta con gran trabajo y a su propio saber y entender, viéndose el hecho absurdo de que entre nu-


1 y 2 - 2 Tornos "Niles" de 90" Nuevo Modelo para ruedas motrices
3 Torno "Niles" de 79" tipo normal para ruedas motrices
4 Torno de plato horizontal "Niles" de 7" tipo pesado.
5 Torno de plato horizontal "Niles" de 84" para barrenar llantas
6 Prensa Hidráulica "Niles" de 96" y 600 toneladas para ruedas
7 Torno "Niles" Num. 6, para ejes.
8 Máquina "Bement" Num. 3, de fresar cuñeras
9 Torno "Pond" de 84×18"
11 Máquina "Niles" de 48" para barrenar ruedas de coche
12 Torno doble "Niles" Num. 8, para ejes
13 Prensa hidráulica "Niles" de 60" y 300 toneladas para ruedas
14 Acepilladora "Pond" de 72"×72"×32" con 4 cabezales.
15 Mortajadora "Bement" Num. 4, para Marcos con 2 Cabezales
16 Taladradora "Bement" de 4 cabezales, para Marcos.
17 Fresadora horizontal "Bement" de 43×16" tipo pesado para bielas
18 Fresadora vertical "Bement" de 66" con mesa de 48"
19 Taladradora vertical "Bement" de 60"
20 y 21 - 2 Mortajadoras "Bement" de 15"
22 Acepilladora "Pond" de 36"×36"×16" tipo pesado con 4 cabezales
23 Torno "Le Blond" de 18"×12"
24 Limadora "Bement" de 26" con 2 cabezales
25 Fresadora vertical, Num. AB-2
26 Torno vertical "Pratt y Whitney" de 36"×44"
27 Taladradora de precisión "Pratt y Whitney"
28 Máquina de Afilar con agua, de 2½"×20"
28A Torno "Le Blond" de 14×18"
28B y C - 2 Muelas Oscilatorias
Portón
Vía de Entrada y Salida
18 Fosos de Montaje (16 para Reparaciones Mayores - 2
Reparación de Ruedas y Ejes
Grupo-1
Grupo-5
Reparación de Cilindros
Grupo-4
Reparación de Cajones, Puentes y Cuñas
Grupo-9
Reparación de Válvulas y sus Mecanismos
Grupo-3
Reparación de Bielas y sus Bronces
Grupo-2
Reparación de Marcos
Obras de Metal Blanco
Armazón
Escalera al Toilette
Administración
Grupo-6
Grupo-8
20 Fosos de Montaje (18 para Reparaciones Mayores - 2 A
No. 474
33 M. 82
4 M. 25
187 M. 5
7 M. 62
48 Rectificadora de Superficies de 8"
49 Acepilladora "Pond" de 30"×30"×10" tipo normal con 2 cabezales.
50 Taladradora vertical "Bement" de 32"
51 Acepilladora "Pond" de 30"×30"×12" tipo normal, con 2 cabezales
52 Acepilladora "Pond" de 36"×36"×12" tipo normal, con 2 cabezales.
53 Fresadora horizontal "Bement" de 30"×24"×10"
54 Fresadora vertical "Bement" de 66" con mesa de 48"
55 Máquina horizontal "Bement" de barrenar y perforar de 62"×7"
56 Fresadora vertical Num. AB-2
57 Rectificadora universal a muela, de 12"×48"
58 Máquina de radio para rectificar las correderas de la moción
59 Fresadora "Le Blond" Num. 5, tipo pesado
60 Fresadora universal "Le Blond" Num. 4, tipo pesado
61 Mortajadora "Bement" de 12"
62 Acepilladora a Manivela "Bement" 20"
63 Máquina de centrar "Pratt y Whitney" de 6
64 Torno vertical "Pratt y Whitney" de 36"×44"
65 y 66 2 Taladradoras radiales "Niles" de 4'
67 Taladradora vertical "Aurora" de 26"
68 Torno "Pond" de 36"×23"
69 Torno "Pond" de 30"×20"
70 Torno "Pond" de 26"×14"
71 Torno "Le Blond" de 21×14" tipo pesado
72 y 73 - 2 Tornos "Le Blond" de 18"×8"
74 Torno "Le Blond" de 16"×8"
75 Máquina de Afilar con agua, de 2½"×20"
77 Acepilladora "Pond" de 48"×48"×16" tipo normal con 2 cabezales
78 Taladradora radial "Ridgway" de 6'
79 Limadora de 20"
81 Torno de plato horizontal "Niles" de 42"
85 Torno "Le Blond" de 14"×10"
86 Torno Num. 7, de 20"×80" para bronce
87-8-9 y 90 - 4 Tornos, Num. 4 de 18"×70" para bronce
91 Torno "Le Blond" de 16"×10"
92 Torno de Precisión "Pratt y Whitney" de 14×6"
93 Taladradora vertical "Bement" 24"
96 Torno de plato horizontal "Niles" de 51"
97 Acepilladora "Pond" de 48"×48"×12" tipo normal con 4 cabezales
98 Acepilladora "Pond" de 36"×36"×10" tipo normal con 4 cabezales
99 Mortajadora "Bement" de 22"
100 Taladradora radial "Pond" de 6
101 Taladradora vertical "Bement" de 40"
102 y 106 - 2 Tornos "Pond" de 30"×20"
107 Torno "Le Blond" de 16"×12"
108 Mortajadora "Bement" de 18"
109 Taladradora radial "Pond" de 6
110 Limadora "Bement" 26" con 2 cabezales
111 Máquina de Afilar con agua de 2½"×20"
113 - 2 Mármoles de 6'×12'
115 y 116 - 2 Tornos rígidos de revólver "Pond" de 28"
120 Máquina de 6 husillos para roscar estayes.
121 Taladradora de 4 husillos para estayes.
122 Torno "Le Blond" de 18"×8"
123 Torno de revólver "Pratt y Whitney" de 3"×36"
124-5-6 - 3 Tornos de revólver "Pratt y Whitney" de 2"×26"
127 Torno "Le Blond" de 18"×8"
128-9 2 Máquinas de centrar "Pratt y Whitney" de 4"
130-1-2-3 - 4 Tornos "Le Blond" de 14"×8
134 Máquina para puntear tornillos
135 Máquina doble de 1½" para roscar tornillos


PLANO DEL TALLER DE LOCOMOTORAS
TIPO TRANSVERSAL
PROYECTO
DE
MAESTRANZAS NUEVAS
PARA LOS
FERROCARRILES DEL ESTADO DE CHILE
SOMETIDO POR LA CASA
NILES-BEMENT-POND CO.
New York 914
Grupo 23 Taller de Chapas
Para Reparaciones Menores
NO.-475

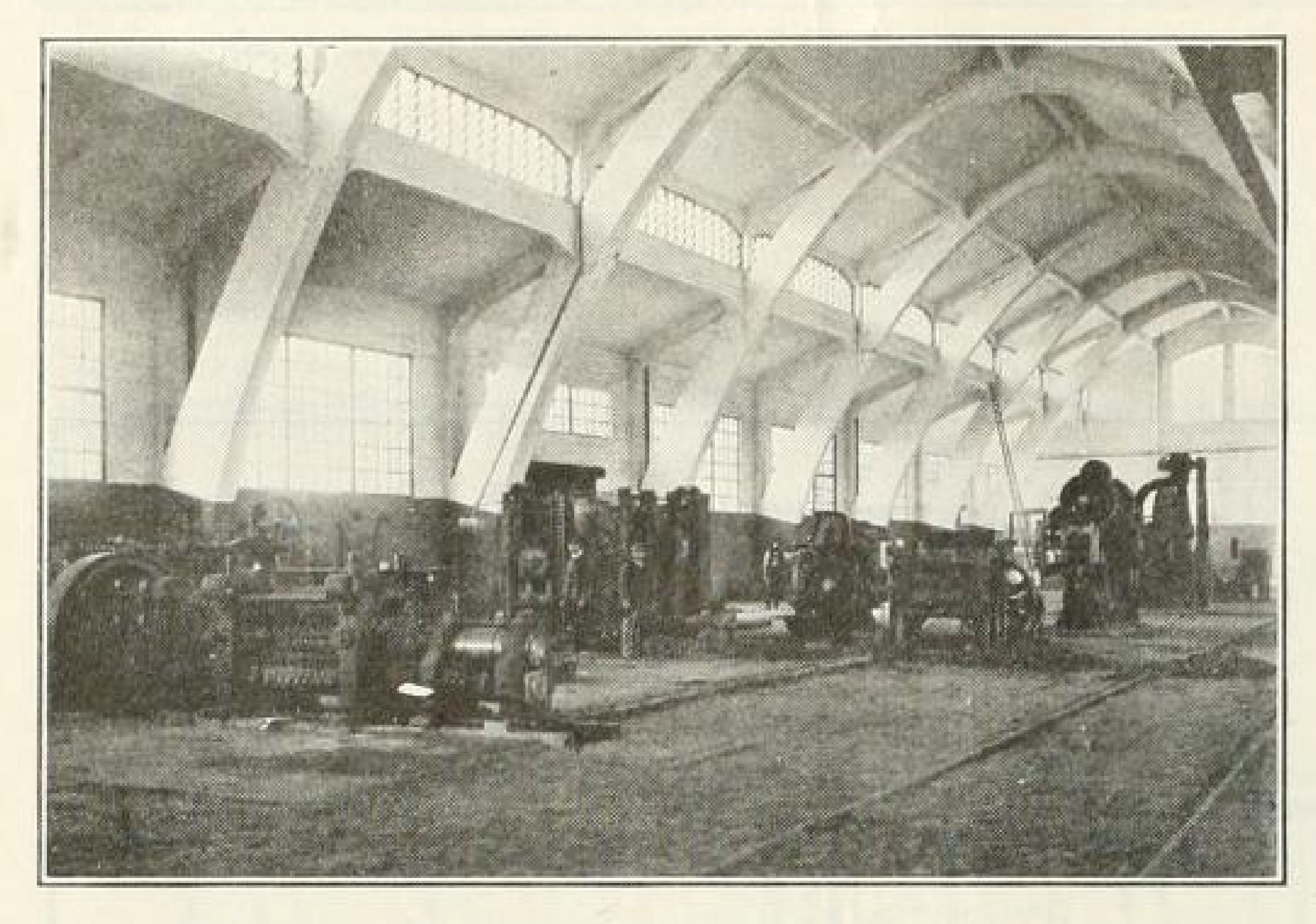


FIG. 8. DEPARTAMENTO DE LAMINADORAS

merosas herramientas destinadas a un mismo trabajo no hubieran dos afiladas en idénticas condiciones. Después de las concluyentes investigaciones sobre el corte de los metales que ha hecho Taylor en Estados Unidos, hoy día las herramientas se afilan por un maestro dedicado exclusivamente a este trabajo, que se realiza en una máquina especial provista de una mesa de inclinación variable a fin de dar a la herramienta un ángulo bien definido y constante.

Otra máquina sumamente ingeniosa es el torno revólver cuyo automatismo le permite desbastar, planear, taladrar, roscar y trozar una pieza por sí misma, todo ello a un precio inconcebiblemente bajo, gracias a la economía de mano de obra.

El taller de locomotoras ha sido equipado con un conjunto armónico de estas máquinas-herramientas, cuidadosamente seleccionadas y dispuestas en grupos por una autoridad tan competente como lo es la casa Niles-Bement-Pond Company. Toda la maquinaria es accionada por motor eléctrico acoplado directamente por medio de engranajes de tal manera que las correas con todas sus molestias han sido completamente eliminadas.

En la agrupación de las máquinas se puede proceder, sea reuniendo las máquinas de un mismo tipo, como ser tornos con tornos, fresadoras con fresadoras, etcétera, o bien disponiendo las máquinas de acuerdo a la naturaleza del trabajo por realizar. En el primer caso, agrupación por tipos de máquinas, hay mayor economía de máquinas que en el segundo caso, ya que, sirviendo éstas a todos los trabajos que se presentan, serán mejor utilizadas que en el caso de restringirse las operaciones por realizar.

En cambio, la agrupación por orden lógico de trabajo supera a la anterior en cuanto reduce a un mínimum los recorridos de las piezas en trabajo; esto es ganancia de tiempo y dinero. Se ha seguido este último sistema en la maestranza San Bernardo. Como la ampliación futura de este taller se hará con agrupaciones sucesivas de máquinas, se han dejado en el edificio los huecos que han de ocupar los futuros grupos.

*Como se efectúa el trabajo.*—La locomotora entra perpendicularmente al taller después de haber girado en una de las dos plataformas giratorias dispuestas para este objeto al lado oriente del edificio. Estas plataformas giratorias, de 22,50 metros de diámetro, han sido colocadas de tal manera que las locomotoras tengan acceso independiente a ellas desde cualquier punto de los patios.

Una vez dentro del taller, en cualesquiera de las dos naves de montaje, la locomotora es alzada por el puente grúa de 120 toneladas y trasladada en el aire por encima de las demás, hasta el foso en que se le va a desmontar. Se le quitan las ruedas que se empujan por la línea del foso hasta la nave de las máquinas grandes y se baja la locomotora haciéndola reposar sobre topes apropiados. En seguida se sigue desmontando la locomotora con ayuda de la grúa de 120 toneladas a la calderería, ubicada, como sabemos, en un extremo del edificio.

Los diversos elementos constituyentes de la caldera se desmontan y se trasladan, sea con la grúa, sea con carros apropiados, a las máquinas o dispositivos en que han de repararse.

Los tubos de las calderas se transportan en carros especiales a la revolvedora, situada fuera del edificio, en que se les limpia. Los mismos carros sirven para devolverlos a la maquinaria de reparación de tubos, situada en la vecindad de la máquina lavadora. Este departamento de tubos está provisto con las máquinas necesarias para recortar y soldar los tubos de humo.

Por su parte, el taller de chapas de la calderería lleva un remachador hidráulico Bement, de construcción especial, servido por un puente grúa de 30 toneladas. Hay, además, allí mismo máquinas para doblar planchas, tijeras, punzones, etcétera. Una vez desarmada la locomotora, se trasladan sus diversas piezas a los estanques de lejía que existen en cada una de las naves vecinas al montaje donde se procede a su aseo. Una vez limpias las piezas, se llevan a los diversos grupos de máquinas de que ya hicimos mención en el párrafo anterior.

Hay que advertir que para realizar estos transportes no sólo se hace uso de los puentes grúas sino también de carros de empuje sobre vías de trocha normal (1,68 metros) desarrolladas a todo lo largo del taller, que se combinan con la que conduce a la limpieza de tubos y se prolongan más allá del taller, alcanzando por un lado a la herrería y por otro a la fundición.

A la orilla de estas vías se han dispuesto los grupos de máquinas-herramientas, procurando que las que ocupan piezas de fundición queden vecinas a la línea que procede de la fundición, y otro tanto para la herrería. Estas dos vías se conectan entre sí fuera y dentro del edificio por medio de plataformas giratorias.

### FUNDICIÓN

Este taller se halla ubicado al frente del taller de locomotoras, hacia el lado oriente del terreno, formando

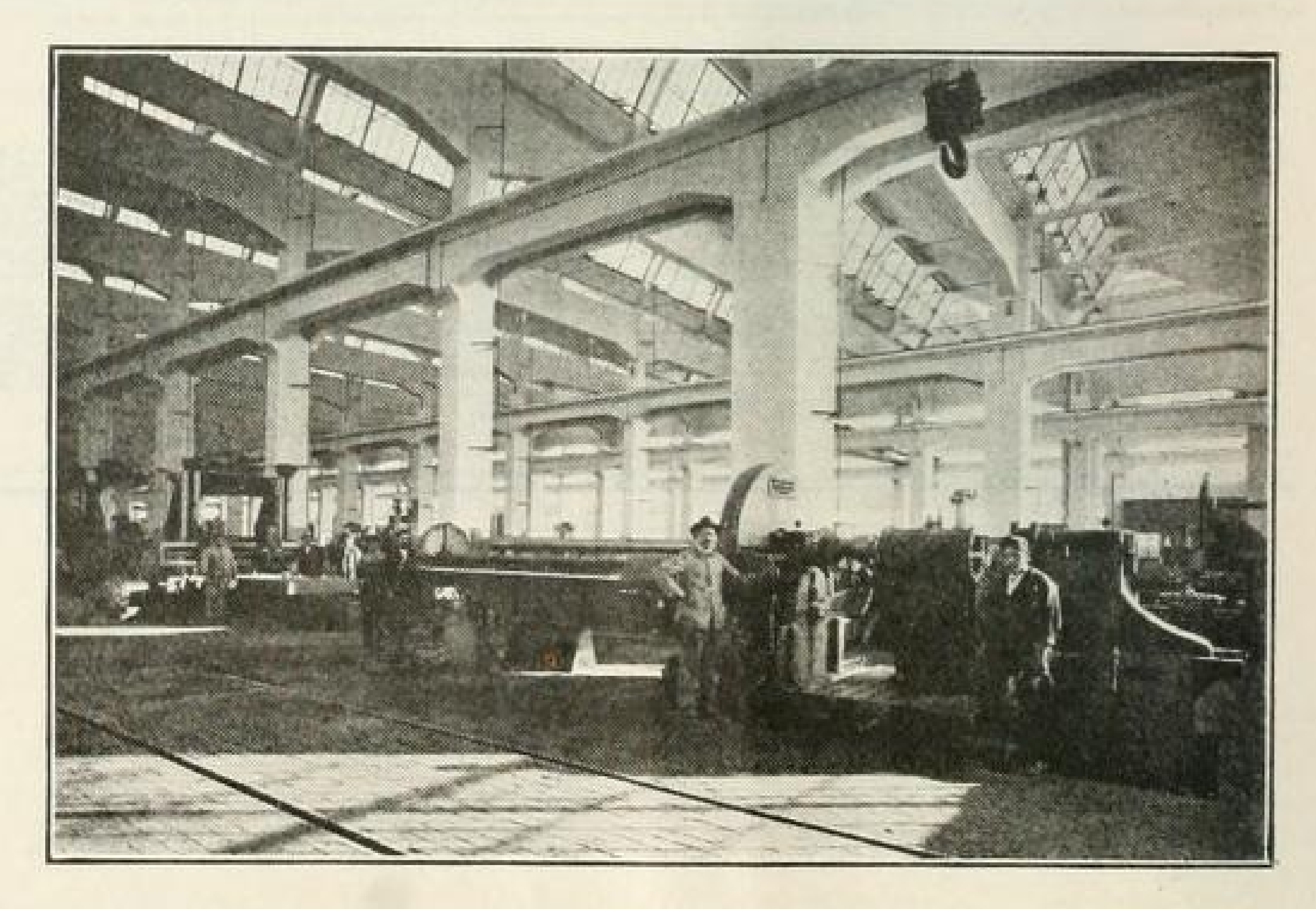


FIG. 9. DEPARTAMENTO DE CILINDROS DE LOCOMOTORA

un amplio edificio de tres naves con 2.789 metros cuadrados de superficie. Estas tres naves son solidarias entre sí de tal manera que las naves laterales forman un marco rígido con las columnas interiores y exteriores.

La nave central, construída según un carpanel de tres centros como directriz, es más amplia que las laterales y es el sitio en que se trabajan los moldes grandes de fundición, para cuyo efecto se han provisto dos puentes grúas de 15 toneladas. Hay, además, tres grúas murales de una tonelada cada una, que se manejan desde el suelo. El ancho de esta nave es de 18,77 metros, y su altura hasta la cumbrera del linternón es de 16,67 metros.

La nave central se prolonga a ambos lados más allá del edificio por medio de vías de rodadura, de tal manera que los puentes grúas de 15 toneladas pueden salir hacia el exterior del edificio, a favor de una abertura practicada en ambos frentes, para recoger o depositar la carga de los patios pavimentados especialmente con adoquines de roble pellín sobre concreto.

Uno de estos patios, el que se halla situado entre la fundición y el taller de locomotoras, sirve para almacenar las piezas de fundición ya acabadas; el otro patio permite el almacenaje para las cajas de moldes. En estas condiciones los puentes grúas de 15 toneladas tienen un doble aprovechamiento.

Fuera de estos patios de almacenaje, se encuentran todavía al lado exterior del edificio, y vecinos a la línea férrea, los depósitos de arena, coque, lingotes de hierro y quebradura de hierro.

Además de las grúas, existe aún una vía auxiliar de 0,60 de metro, que comunica estos diversos depósitos de materiales con las secciones de trabajo respectivo en la fundición. Las dos naves laterales son más bajas y más angostas que la nave central. Su ancho es de 9,90 metros, y su altura máxima es de 7,89 metros. En una de ellas está colocada la fundición de bronce, destinándose el resto de la nave al moldeo de las piezas livianas, para cuyo efecto se han instalado dos puentes grúas de 5 toneladas, accionados desde el suelo. En el medio de la otra nave se ha hecho una construcción especial de dos pisos para ubicar allí los cubilotes.

El edificio está cortado en dos partes por una junta de dilatación.

*Equipo y su distribución.*—Esta fundición ha sido concebida sobre la base de producir 25 toneladas diarias, pudiendo llegar a 35 como máximum. Para este objeto se han provisto dos cubilotes, uno con capacidad para fundir 10 a 12 toneladas por hora y otro para fundir 3 a 5 toneladas.

En los trabajos ligeros corrientes se usa el cubilote menor y servirá también para fundir el hierro que se use en el convertidor de acero. El cubilote grande se usará cuando se quiera alcanzar la producción máxima del departamento. Como ya lo dijimos anteriormente, se construyó un sólido piso intermedio, calculado a 2.000 kilogramos por metro cuadrado en esta parte del edificio, a fin de que sirviera de plataforma de carga para los cubilotes. Un ascensor eléctrico con capacidad suficiente para elevar 2 toneladas de carga se ha instalado en un ángulo de esta sección.

Se ha provisto también el espacio suficiente para el caso en que se quisiera instalar un convertidor de acero con capacidad de 816 kilogramos con sus accesorios: soplador de presión, molino de arena, etcétera.

Vecino al departamento de los cubilotes, se halla a un lado el cuarto de limpiar piezas fundidas y al otro un taller de carpintería para reparar las cajas de los moldes y un taller para hacer las almas.

En este mismo capítulo nos corresponde tratar la modelería, que es un edificio alejado de todos los demás para evitar peligros de incendio.

Es un edificio formado por marcos rígidos de un tramo con una superficie de 667 metros cuadrados. Un tabique de concreto armado divide el edificio en dos compartimentos, de los cuales el más pequeño contiene las máquinas destinadas a fabricar moldes y el otro sirve como bodega de los ya fabricados.

Los moldes pequeños se colocan en armazones especialmente construídas y los moldes grandes se apartan en un espacio destinado a este objeto.

### HERRERÍA

La herrería se halla ubicada al frente del taller de locomotoras, a corta distancia de él, a fin de que todo ese tráfico de piezas voluminosas que van a los diversos departamentos del taller de locomotoras hagan un recorrido mínimo. Por otra parte, como la herrería provisiona también a los talleres de carros y coches, se procuró acercarla hasta la vía de rodadura central, que corre de oriente a poniente, y que le asegura un tráfico expedito por medio de los puentes grúas y de pequeños automóviles de carga en caso de necesidad.

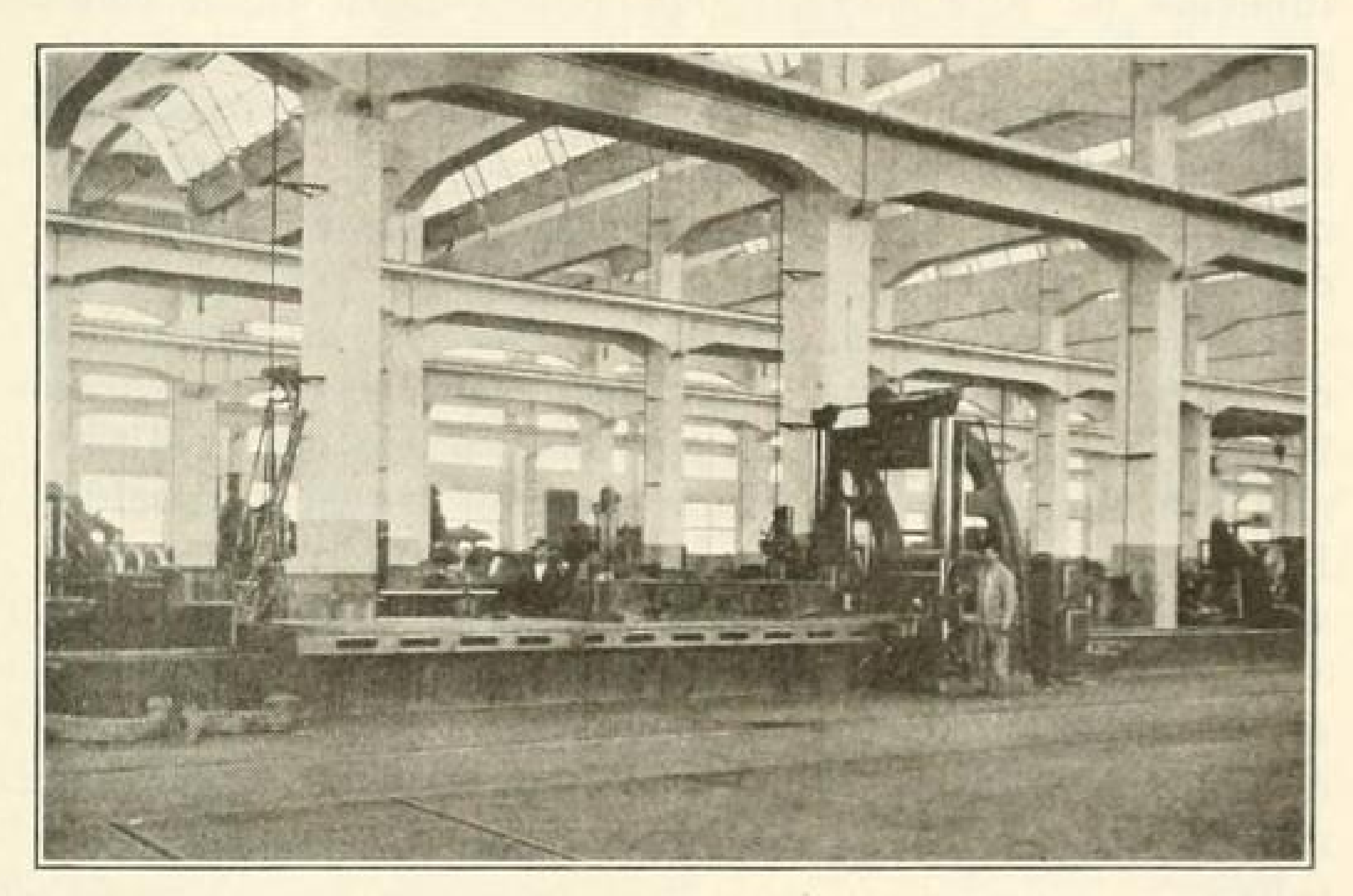


FIG. 10. ACEPILLADORA DE 80 CENTÍMETROS

Se ha construído un gran edificio de dos naves, bien ventilado y alumbrado, con 3.535 metros cuadrados de superficie (91,84 por 38,50 metros), en que las cerchas tienen forma de arcos que hacen recordar a una parábola cuyo vértice fuera el linternón de la nave. En realidad la línea en cuestión no es exactamente una parábola, sino la curva paralela a la que resulta de unir los centros de presión buscando la línea de igual resistencia. Esta modificación al proyecto primitivo, provisto con cerchas rectilíneas, no altera en nada ni el cubo encerrado, ni las comodidades interiores para disponer el equipo, y en cambio ofrece una solución más económica a la vez que rompe la monotonía de estas construcciones con una nota original.

Aunque el edificio es de suyo bastante grande, como que su área sobrepasa al promedio de las herrerías norteamericanas, hay todavía amplio espacio para ensanches del futuro.

*Equipo.*—En una de las naves se ha instalado el departamento de forjar para trabajos pesados y el de resortes; entre ambos el de relaminación de hierro viejo y por fin el de tornillos y pernos.

En la otra nave se encuentra la sección de estampar

y forjar el departamento de marcos y el de forjado de herramientas.

No entraremos en la descripción detallada de los grupos de máquinas que se han instalado en estos departamentos. Queremos sólo referirnos a algunas características de interés general.

Todos los hornos que se han usado son de petróleo, como quiera que su buen rendimiento, su gran intensidad y regularidad en las altas temperaturas, su rapidez de trabajo y su comodidad general están haciendo de día en día más frecuente su uso en establecimientos de esta naturaleza.



FIG. 11. PREPARACIÓN DE MOLDES DE ARENA EN LA FUNDICIÓN

Tres sopladores abastecen de aire a estos hornos. Los quemadores de alta presión están conectados a las tuberías de aire comprimido que vienen de la compresora.

El relaminador de hierro viejo es otra partida de inmenso interés para una maestranza de ferrocarril, en cuyo trabajo resultan enormes cantidades de hierro de desecho y material excluído del servicio.

Es característico en este taller el uso de una variedad de martinetes a vapor de diferentes tamaños, hasta de 2.700 kilogramos según el tipo de trabajo por realizar, que son abastecidos por numerosas fraguas de succión. Para facilitar las operaciones de forja se han instalado varias grúas radiales accionadas a mano.

A mayor abundancia, y como el tráfico de este taller no justifica los gastos de instalación y mantenimiento de puentes grúas, se ha instalado todavía un montacarga automático de 2 toneladas que corre a todo lo largo del taller.

### ALMACÉN

El almacén ocupa un amplio edificio de dos pisos, ubicado entre los talleres destinados a la reparación de locomotoras y los destinados a carros y coches, a fin de abastecer a ambas reparticiones con un recorrido mínimo.

Es característico en él su forma alargada (tiene 79,54 por 24,38 metros, con 3,60 metros en el segundo piso y 3,98 en el primero de altura), que permite el más fácil desembarco de los carros que atracan a sus dos plataformas laterales, colocadas a la misma altura que el piso del carro.

En su interior hay tres naves bien definidas por las dos hileras de columnas, que sustentan el segundo piso. Una de estas naves va provista de un puente-grúa eléctrico de tres toneladas, accionado desde el suelo, con el cual se movilizan las piezas pesadas que se depositan en esta nave. Para comunicarse con el segundo piso hay un ascensor de carga de 2 toneladas y una escalera de servicio. En este segundo piso se guardarán los materiales y accesorios poco voluminosos, como, por ejemplo, guarniciones de coches de ferrocarril, material eléctrico, tapicería y cristales, reservando el primer piso para las piezas pesadas, como ser planchas de calderos, etcétera.

El techo de este edificio se diferencia del de los demás talleres en que es sensiblemente plano, con una pequeña inclinación de 2,5 por ciento hacia ambos lados a partir del medio del techo.

*Patios recorridos por puentes - grúas.* — Todavía hay que considerar, como una amplicación de este edificio, para los fines de almacenar material ferroviario, los dos patios de 19,30 por 76 y 23,87 por 135,72 metros respectivamente, pavimentados con adoquines sobre arena y recorridos por puentes-grúas de 10 toneladas, vecinos del almacén donde se acumularán constantemente piezas ya reparadas y otros elementos de trabajo.

Ya dijimos más atrás que la disposición de estos talleres se hizo refiriéndola a dos ejes normales entre sí, de los cuales el de mayor longitud corre de oriente a poniente, a ambos lados del cual se ha agrupado la mayoría de los talleres. Pues bien, este espaciamiento entre los edificios, que es de 19,30 y 23,87 metros respectivamente, va recorrido en ambos patios por sendos puentes grúas de 10 toneladas, que facilitan la descarga y movilización de las piezas pesadas.

### SUBESTACIÓN DE FUERZA

Para accionar toda la maquinaria de la maestranza se ha provisto una estación transformadora de 1.000 kilovatios. La fuerza se recibe de "La Florida" (la central que suministra la fuerza a Santiago) a 12.000 voltios de tensión por una transmisión aérea, en forma de corriente trifásica de 50 períodos por segundo, y se transforma en corriente continua de 220 voltios por dos grupos de convertidores rotatorios de 500 kilovatios cada uno.

No es preciso decir que la razón de esta conversión de corriente trifásica en continua se debe a la necesidad de variar en forma económica, y dentro de grandes límites a veces, la velocidad de los motores que accionan las máquinas-herramientas.

Para el alumbrado de todos los talleres se ha provisto corriente trifásica, para lo cual se han instalado dos transformadores estáticos que bajan la tensión a 220 voltios.

El contrato de fuerza establecido con la Chilian Electric Tramway and Light Company asegura la provisión de fuerza a razón de $0,06 oro de 18 d. por el kilovatio-hora por cada uno de los primeros 150.000 kilovatios, con un mínimum de 85.000 kilovatios-hora mensuales y $0,03 oro por todos los que excedan a esta cifra.

Durante los meses comprendidos entre el primero de Abril y el 30 de Septiembre se pagará $0,12 oro entre las 4 y las 9 horas p. m.

El material eléctrico de la subestación fué contratado con la General Electric Company, y sus características son las siguientes:

*Convertidores rotatorios.*—240 a 480 voltios, carga máxima; 1.000 revoluciones por minuto.

*Dos transformadores.*—50 períodos, 500 kva. a 50

grados sobre el ambiente; de 12.000 voltios a 345 voltios.

*Dos transformadores para luz.*—50 períodos, 200 kva.; de 12.000 voltios a 240.

En el mismo edificio de la subestación se ha montado una compresora Ingersoll-Rand, para suministrar aire comprimido a todas las instalaciones. Sus características son como sigue:

*Tamaño.*—0,558 por 0,356 por 0,407 metros.

*Presión de aire.*—7 kilogramos por centímetro cuadrado, con velocidad de 214 revoluciones por minuto.

*Motor sincrónico, trifásico.*—505, 220 voltios. Factor isotermal calculado, 12,64. Desplazamiento del émbolo, 42,3 metros cúbicos por minuto.

| | Carga en la compresora | | |
|---|---|---|---|
| Rendimiento real de la compresora | 1 | $\frac{3}{4}$ | $\frac{1}{2}$ |
| Rendimiento efectivo, $m^3$ | 35,7 | 26,77 | 17,85 |
| Caballos de fuerza del motor | 237 | 188 | 141 |
| Rendimiento del motor con factor de potencia 1 | 91,8 | 90,5 | 88,4 |

El edificio mismo de la subestación obedece a las líneas generales seguidas en los demás talleres. Es un edificio de un piso con 20,40 por 13,06 metros, con 5,80 metros de alto, que ocupa una posición central en el conjunto de los talleres, a fin de acortar la longitud de los cables subterráneos de distribución. Tiene el techo plano, como el almacén. Está pavimentado con ladrillos de composición y dividido por un tabique en dos compartimientos. Uno de ellos está dedicado al alto voltaje (transformadores, interruptores, pararrayos, etcétera), y el otro al bajo voltaje (convertidores rotatorios y tableros de distribución con sus aparatos de medidas) y la compresora.

Se ha provisto en este último compartimiento un puente grúa de 5 toneladas para los casos de desmontaje de maquinaria.

### RETRETES Y GUARDARROPAS

Se han adoptado para los servicios higiénicos de toda la maestranza tres retretes y guardarropas, de los cuales se han habilitado dos para las necesidades de los talleres de locomotoras, herrería y fundición.

Estos edificios tienen 15,54 por 15,54 metros. El techo es plano; son pavimentados con baldosas y en ellos se han instalado los lavatorios y baños de lluvia.

Los retretes están separados de los lavatorios por un tabique de todo el alto del edificio y se ha adoptado el sistema "a la turca" con depósito y llave flotante.

A falta de servicio de alcantarillado en donde vaciar estas aguas servidas, se ha instalado en cada retrete una cámara séptica que, después de nitrificar y de filtrar las materias fecales, las vacía a dos pozos absorbentes.

### CANALIZACIONES DIVERSAS

Además de las canalizaciones de fuerza y alumbrado eléctrico y de aire comprimido que ya hemos nombrado, hay que mencionar las de vapor que accionan los martinetes, las de petróleo para los hornos, las de succión para las fraguas, las de agua potable, agua para incendios (servida esta última por una bomba y varios grifos), etcétera.

### CONCLUSIÓN

A la hora actual la Dirección General de los Ferrocarriles del Estado piensa completar esta maestranza con los talleres de carros y de coches y con las cuatro maestranzas seccionales, distribuídas convenientemente a lo largo de toda la red ferroviaria del país.

---

Es evidente para todos que la realidad de llevar a cabo obras de la magnitud que tiene la Maestranza de San Bernardo ha sido muy difícil durante el último período de las dificultades internacionales, pero debido a que los planos y proyectos completos estaban hechos con bastante anticipación ha sido posible completar los trabajos preparatorios de construcción con tal libertad que se han evitado los fuertes gastos en que se incurre comúnmente cuando hay necesidad urgente de reunir maquinaria. Los resultados no sólo han sido satisfactorios en todos respectos, sino que toda la obra ha sido hecha económicamente.

Durante la ejecución de las obras el Señor Don Rodolfo Jaramillo ha sido y es el jefe del Departamento de Tracción y Maestranzas. El Sr. Ingeniero Don Carlos Valenzuela Cruchaga ha sido el ingeniero residente de la obra. Los planos y estudios originales fueron preparados por el Sr. Ingeniero Don Rafael Edwards, quien durante algún tiempo era el representante de los Ferrocarriles del Estado ante los fabricantes que han suministrado máquinas y herramientas para la maestranza. Actualmente el Sr. Jorge Beaumont es el representante en Nueva York de los Ferrocarriles Chilenos del Estado.

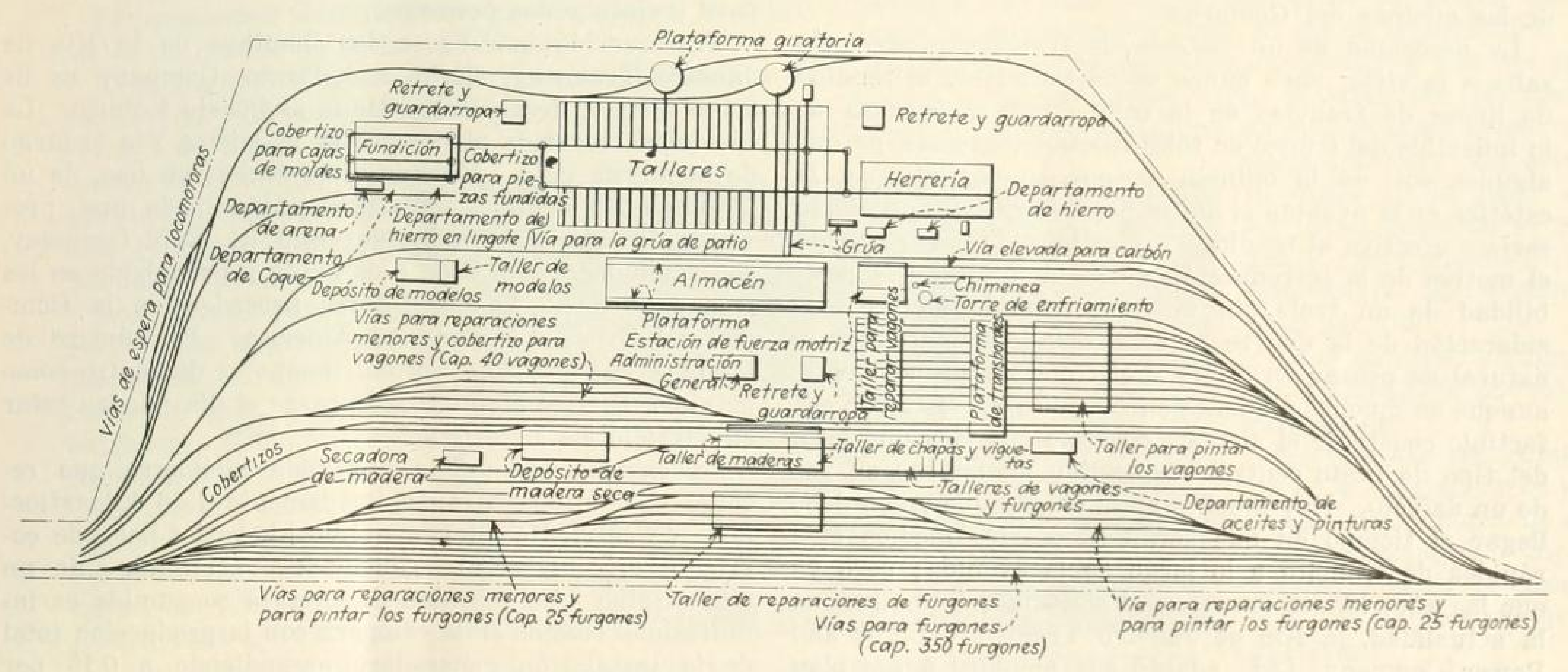



FIG. 12. PLANO GENERAL DE LA MAESTRANZA